

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-115746

(43)Date of publication of application : 14.05.1993

(51)Int.Cl. B01D 53/34  
B01D 53/32  
F01N 3/08

(21)Application number : 03-281349

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 28.10.1991

(72)Inventor : NISHIDA SEIICHI  
MURATA MASAYOSHI  
MATSUNAGA HIROYUKI  
MURAKAMI NOBUAKI  
UCHIDA SATOSHI  
KONDOU TAKANOBU

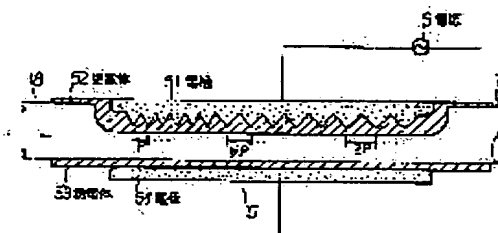
## (54) EXHAUST GAS TREATMENT APPARATUS

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a large capacity exhaust gas treatment apparatus having a high removing rate and high efficiency.

CONSTITUTION: In an exhaust gas treatment apparatus making nitrogen oxide in exhaust gas harmless using glow discharge plasma, counter plate-shaped electrodes 51, 54 making exhaust gas to be treated pass through, the glow discharge power supply 6 connected to the respective electrodes and the dielectrics 52, 53 covering the inner surfaces of the electrodes are provided.

Further, saw-tooth unevenness having pitches increasing along the flow direction of the exhaust gas is formed to the inner surface of at least one of the electrodes.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-115746

(43)公開日 平成5年(1993)5月14日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D 53/34	1 2 9 C	6953-4D		
53/32		8014-4D		
F 0 1 N 3/08	C	7910-3G		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-281349

(22)出願日 平成3年(1991)10月28日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 西田 聖一

長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式  
会社長崎研究所内

(72)発明者 村田 正義

長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式  
会社長崎研究所内

(72)発明者 松永 弘雪

長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式  
会社長崎研究所内

(74)代理人 弁理士 坂間 暁 (外2名)

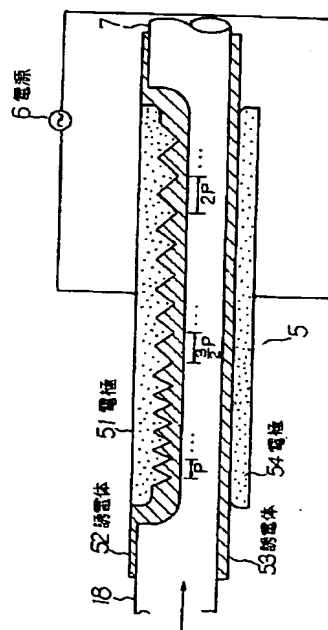
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 排ガス処理装置

(57)【要約】

【目的】 高い除去率で、高効率、大容量の排ガス処理装置を得る。

【構成】 グロー放電プラズマを用いて排ガス中の窒素酸化物を無害化する排ガス処理装置において、対象の排ガスを通す対向する平板状の電極51、54、同各電極に接続されるグロー放電用の電源6、各電極の内表面を覆う誘電体52、53とを設ける。また、上記電極の少くとも一つの内表面に排ガス流れに沿って増加するピッチの鋸歯状の凹凸を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 グロー放電プラズマを用いて排ガス中の窒素酸化物を無害化する排ガス処理装置において、対象の排ガスを通す対向する板状の電極と、同各板状の電極に接続されるグロー放電用の電源と、上記各電極の内表面を覆う誘電体とを備え、上記電極の少くとも一つの内表面に上記排ガス流れに沿って増加するピッチの鋸歯状の凹凸を設けてなることを特徴とする排ガス処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

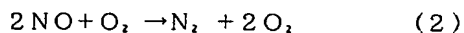
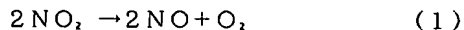
【産業上の利用分野】 本発明は発電プラント用ボイラー、ディーゼルエンジン、ガスタービン、各種燃焼炉などから排出される排気ガス中の $\text{NO}_x$  および/または $\text{N}_2\text{O}$ を効果的にかつ大容量除去することができるグロー放電プラズマによる排ガス処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図4ないし図6は従来から用いられているグロー放電プラズマによる排ガス処理装置の説明図である。この装置により例えばディーゼルエンジンの排ガス中の $\text{NO}_x$ を処理する場合を例にとり説明する。

【0003】 図4において、ディーゼルエンジン101の排ガスを排気管102を介してサイクロン・コレクター103に通し、微粒子を除去した後、サイクロン・コレクター排気管104を経由して、プラズマ反応容器105に導入する。プラズマ反応容器105は、図5、図6に詳細を示すように、筒状のガラス反応容器109の内側に内部電極110、外側に外部電極111を配設し、内部電極110および外部電極111に電圧を印加する電源106により構成さる。電極部で排ガスをプラズマ化することにより、排ガス中の $\text{NO}_x$ を下記の原理により、除去する。すなわち、内部電極110と外部電極111の間に、電源106を用いて電圧を印加すると、大気圧グロー放電現象で排ガスはプラズマ化される。そして、例えば $\text{NO}_2$ は次の化学反応を起こす。

## 【0004】



なお、プラズマは、外部電界によって加速された高エネルギー電子がガス分子と衝突し、励起分子、励起原子、遊離基、イオン、中性粒子などが混在した電離気体であり、上記(1)、(2)式では数eV乃至数10eVのエネルギーを得た $\text{NO}_x$ が化学的に活性な種となって、複雑な反応を起こした結果として、 $\text{N}_2$ および $\text{O}_2$ になると考えられる。

【0005】 さて、上記のように、エンジンの排ガスを大気圧グロー放電現象を利用して、プラズマ化すると、例えば( $\text{NO} + \text{NO}_2$ )が50～200ppm程度の濃度および30ないし60l/min程度の流量の範囲では、プラズマ発生電力、すなわち電源106より供給される電力が数Wないし数10Wの範囲で、 $\text{NO}_x$ 除去率が8

0ないし90%を達成できる。

【0006】 したがって、ボイラー、ガスタービン、ディーゼルエンジンなど各種燃焼を伴う装置の排ガス公害対策装置として活用されつつある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の装置では次のような問題点があり、実用化が困難であった。

①排ガス流量をある一定量、例えば60l/min程度より以上に増加させると、グロー放電プラズマが発生しなくなり、 $\text{NO}_x$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ の除去ができなくなる。

②また、電極の大きさを排ガス流れ方向へ長くすると、 $\text{NO}_x$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ 除去効果が著しく低下する。

③円筒形の反応容器を用いているので、例えば数1,000～数100,000l/minクラスの大容量化を考えた場合、反応容器を多数並列接続することになる。この場合、円筒形からくる無効スペースの増大があり、スペースファクタが悪い。

④上記①～③の理由により、例えば数1,000～数100,000l/minクラスの大容量排ガス処理装置としての利用ができない。

【0008】 本発明はかかる現状に鑑みなされたもので、排ガス中の $\text{NO}_x$ 濃度が50～200ppm程度、 $\text{N}_2\text{O}$ 濃度が50～200ppm程度の排ガスを、例えば1,000l/min程度の大流量で処理しても $\text{NO}_x$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ の除去率が高い大容量向けに適用できるグロー放電プラズマによる排ガス処理装置を提供することを目的としたものである。

## 【0009】

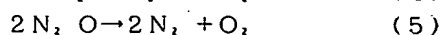
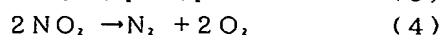
【課題を解決するための手段】 本発明は上記課題を解決するため次の手段を講ずる。

【0010】 すなわち、グロー放電プラズマを用いて排ガス中の窒素酸化物を無害化する排ガス処理装置において、対象の排ガスを通す対向する板状の電極と、同各板状の電極に接続されるグロー放電用の電源と、上記各電極の内表面を覆う誘電体とを備え、上記電極の少くとも一つの内表面に上記排ガス流れに沿って増加するピッチの鋸歯状の凹凸を設けた。

## 【0011】

【作用】 上記手段において、電極間にグロー放電プラズマを発生させると、排ガス中の $\text{NO}_x$ や $\text{N}_2\text{O}$ を含んだガスはプラズマによって活性化され、次の反応を起こして無害化される。

## 【0012】



このとき、電極表面に鋸歯状の凹凸が設けられているためグロー放電が発生しやすい。また鋸歯状電極の凹凸の間隔が排ガス入口側から出口側に行くにつれ次第に広がっているため、出口側に近づくほどプラズマ電流が低減

する。したがって、全体的にはプラズマ発生に寄与する電力が少なくなる。また、入口の $\text{NO}_x$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ 濃度が高く、出口の $\text{NO}_x$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ 濃度が低くなるので、 $\text{NO}_x$ 濃度の高い部分には電力が多く、 $\text{NO}_x$ 濃度の低い部分には電力が少なく供給されることになる。さらに下流部ではプラズマの電流密度が増大し易く印加電力が多すぎるとグロー放電プラズマの発生が不安定になりやすいが、下流部の電力供給が抑えられるため、プラズマ発生が安定化する。

【0013】以上のようにして消費電力の低減、 $\text{NO}_x$  10 除去率の向上、プラズマの安定化がえられる。

【0014】また各電極は誘電体で覆われているため、ガスによる腐食が防止され、耐久性が向上する。

【0015】

【実施例】本発明の一実施例を図1～図3により説明する。なお、従来例で説明した部分は説明を省略し、この発明に関する部分を主体に説明する。

【0016】図1において1は汎用の燃焼炉で、排ガス公害対策を講じるための対象物である。2は上記汎用の燃焼炉1の排ガスを除じん器（サイクロン・コレクター 20 等）3に移送する排気管、前記除じん器3では排気ガスに含まれている粒子類を除去する。4は除じん器3の排ガスをプラズマ反応容器5に移送する排気管、6は上記プラズマ反応容器5の電極にプラズマ発生電力を印加する電源、7はプラズマ反応容器5に連絡された排ガス出力管である。

【0017】図2によりプラズマ反応容器5について詳細に説明する。平行板状の電極51、54が対向して設けられる。一方の電極51の内面には鋸歯状の凹凸が設けられる。この凹凸のピッチは排ガス入口側がP、中央 30 部が1.5P、ガス出口側が2Pに形成される。

【0018】また電極51、54を覆う誘電体52、53が設けられる。これらが反応容器5となる。反応容器5の外周はガラス、セラミックス等の誘電体で作られる。

【0019】さらに電極51、54には電源6がつながれる。以上において燃焼炉1で発生した $\text{NO}_x$  および $\text{N}_2\text{O}$ を含む排ガスは排気管2を介して除じん器3に送られる。その後除じん器3で排ガス中の粒子類が除去され、排気管4、排ガス入口管18を介して、プラズマ反 40 応容器5に送られる。

【0020】プラズマ発生用の電源6から鋸歯状の電極51及び平板状の電極54に電力が供給されると、誘電体52と53の間に排ガスのプラズマが発生する。

【0021】このプラズマはグロー放電プラズマであり、排ガス中の $\text{NO}_x$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ などのガス分子が励起および解離し、化学的に活性化され、前記式(3)～式(5)の反応が生じる。

【0022】よって排ガス中の $\text{NO}_x$  および $\text{N}_2\text{O}$ が $\text{N}$ 、および $\text{O}$ 、になり無害化される。本実施例の装置で得 50

た $\text{NO}_x$ （50～200ppm）の除去状況を図3に従来例（点線）と比較して実線で示す。但し流量は1,000 l/minである。図の上部は反応容器の電極のガス流れ方向の位置と印加電力の関係を、下部は同位置と $\text{NO}_x$ 低減率の関係を示すグラフである。

【0023】図に示すように鋸歯状の電極51の鋸歯の間隔が排ガス入口側（上流端）から出口側に向け次第に広がっているので、図に示すように出口側（下流端）に近づくほどプラズマ電流が低減する。したがって順次出口に行くほどプラズマ発生に寄与する電力が少なくなる。また、反応容器5内では当然、反応容器入口の $\text{NO}_x$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ 濃度が高く、出口の $\text{NO}_x$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ 濃度が低くなる。

【0024】したがって上記のように、 $\text{NO}_x$ 濃度の高い部位には電力が多く、 $\text{NO}_x$ 濃度の低い部位には電力が少なく供給されることにより $\text{NO}_x$ 除去率の効果的向上と消費電力の低減がえられる。さらに下流部ではプラズマの電流密度が増大し易く印加電力が多すぎるとグロー放電プラズマの発生が不安定になり、排ガス処理ができなくなるが、これが抑制されプラズマの安定化がえられる。

【0025】すなわち、図に示すように下流部になるにつれて順にプラズマ電力が低減され、残 $\text{NO}_x$ 濃度に適した電力供給がなされているので100%程度の $\text{NO}_x$ 除去率が得られている。

【0026】従来の装置では $\text{NO}_x$ 濃度の低い反応容器出口付近でも余分な電力が供給されているので $\text{N}_2$ と $\text{O}$ に分解された $\text{NO}_x$ が再結合するなどして、 $\text{NO}_x$ 除去率は30%程度である。

【0027】このように本実施例の装置によれば、出口側に行くほど鋸歯状の電極の鋸歯の間隔を広くしたのでプラズマ電流が低減し、 $\text{NO}_x$ の再結合がなくなる。したがって反応容器を延長すれば除去率は向上する。

【0028】また、反応容器を複数並列接続することにより例えば流量10,000 l/min～数100,000 l/minでも処理可能である。このとき、反応容器が平行平板状（四角筒状）になっているので、無駄なスペースを最小に反応容器を積み重ねることができ、従来方法（円筒）と比較してスペースファクタが向上する。

【0029】なお、上記では $\text{NO}_x$ を含む排ガスの処理の例を示したが $\text{NO}_x$ と同様に $\text{N}_2\text{O}$ を含む排ガスの処理にも適用可能である。

【0030】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の装置によれば、従来装置では不可能であった燃焼炉で発生する高濃度の $\text{NO}_x$ および $\text{N}_2\text{O}$ を含む排ガスを多量に処理することができる。また大型化あるいは多数並列に設置すれば、容量はさらに増加できるので大容量排ガス中の $\text{NO}_x$ および $\text{N}_2\text{O}$ 除去装置としての産業上の価値が著しく高い。

\* 2

3

排氣管

### 3 除じん器

#### 4 排氣管

5 プラズマ反応容器

7 排ガス出口管

18 排ガス入口管

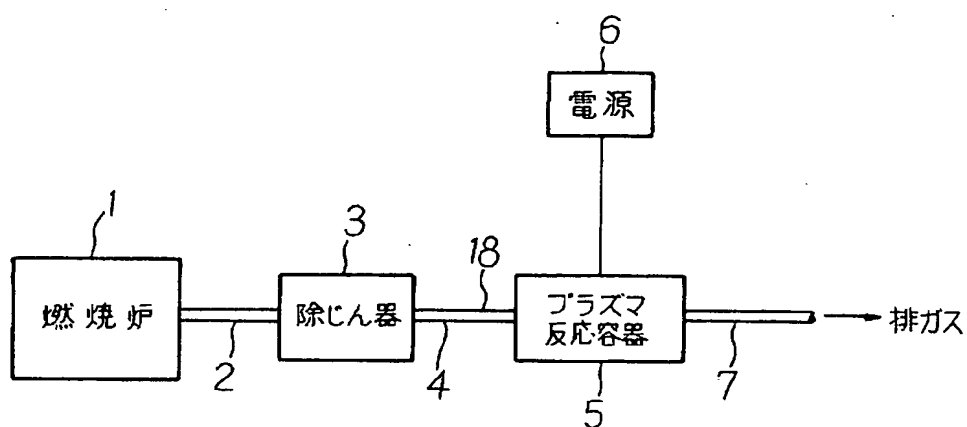
51 鋸齒状の電極

52, 53 誘電体

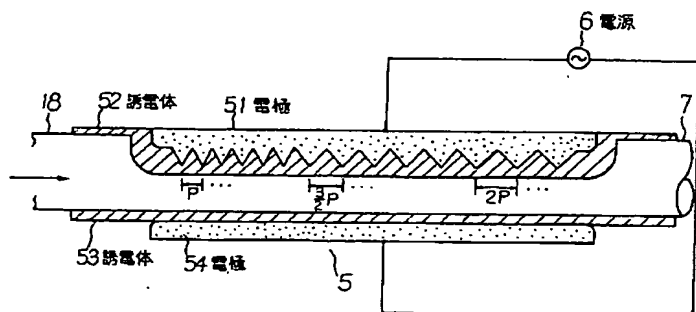
54 平板状の電極

\* 10

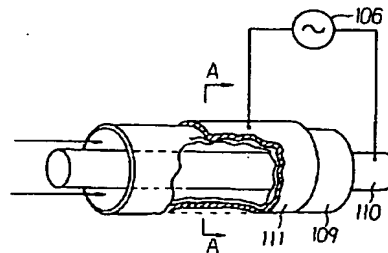
【図 1】



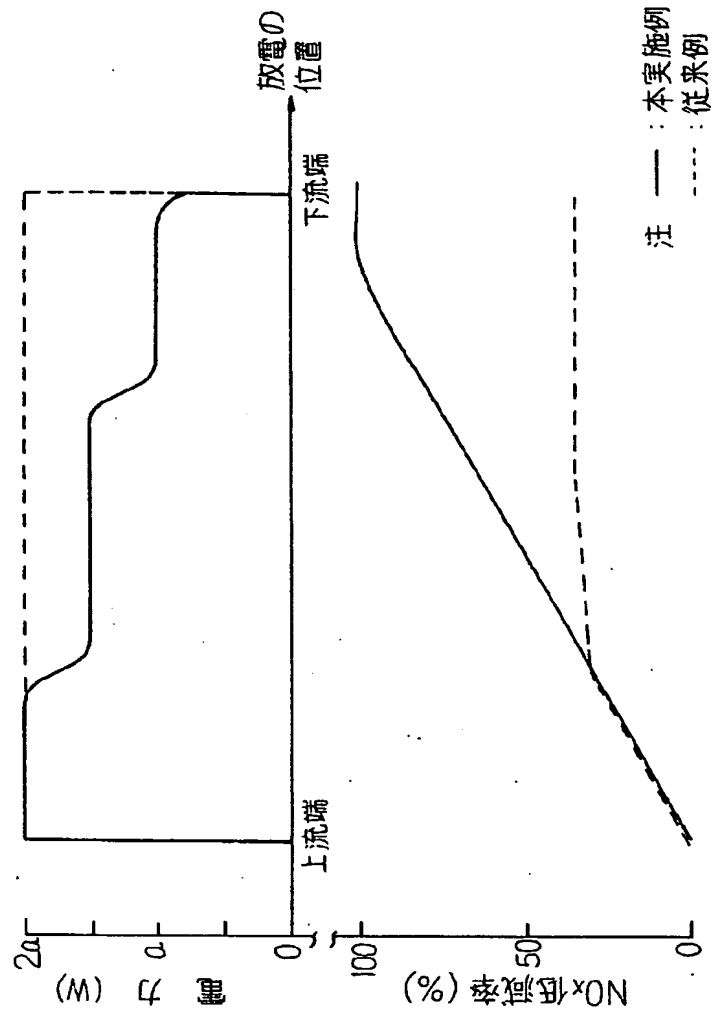
【圖2】



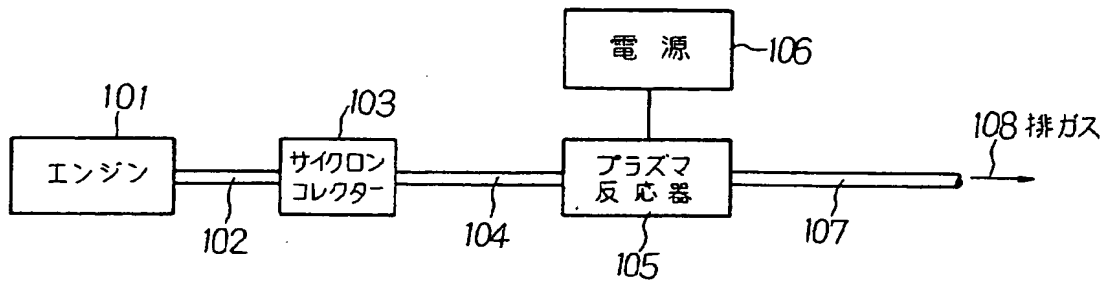
【図5】



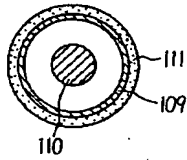
【図3】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 信明  
長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式  
会社長崎研究所内

(72)発明者 内田 聡  
長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式  
会社長崎造船所内

(72)発明者 近藤 敬宣  
長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式  
会社長崎造船所内